

黑龙江、乌苏里江塌岸地质灾害及防治措施

金松培¹ 邹淑芳² 孙伟^{3,4}

(1. 黑龙江省地质环境监测总站 齐齐哈尔站 黑龙江 齐齐哈尔 161005;

2. 沈阳地质矿产研究所 辽宁 沈阳 110033; 3. 中国地质大学水资源与环境学院 北京 100083;

4. 黑龙江省地质环境监测总站 黑龙江 哈尔滨 150090)

摘 要: 黑龙江、乌苏里江沿岸地区受地理、地质地貌因素的影响, 沿岸正遭受江水的侵蚀, 塌岸严重, 已造成大面积的国土流失。河流侵蚀、冻融作用、人为植被等使沿岸地质环境脆弱化, 影响了沿岸地区经济可持续发展, 直接威胁人民生命财产安全。治理塌岸, 保护国土刻不容缓。本文全面论述了黑龙江、乌苏里江沿岸塌岸的现状、类型、成因及未来发展态势, 提出了保护天然植被、护岸工程建设、退耕还林草等防治塌岸的具体措施和对策。

关键词: 塌岸 地质灾害 国土流失 侵蚀 防治对策

黑龙江省乌苏里江流域土地肥沃、特产丰富, 沿岸包括大兴安岭地区 14 个市县, 水土运事业发达。但受地理、地质等因素的影响, 沿岸正遭受江水侵蚀, 大片森林、草原、耕地被毁, 直接威胁沿江人民的生命财产安全, 特别是造成大面积的国土流失, 塌岸地质灾害严重。

黑龙江源头分为南北两源。北源为石勒喀河, 发源于蒙古国; 南源为额尔古纳河, 源于中国大兴安岭西麓。两河在洛古河汇合后为黑龙江干流, 全长 2821 km。黑龙江一次洪水变幅可达 10 余米, 最高洪水位比年平均水位一般高出 7 m 左右。乌苏里江支流, 由河源到伊曼河口为上游, 长 304 km, 河宽 30~40 m。乌苏里江干流段长 492 m。乌苏里江临汛发生机率较高。

沿江地带土壤有暗棕壤、黑土、草甸土、沼泽土。

1 地貌地质

本区地形总的趋势是西北高, 东南低。由西北向东南相继分布着大兴安岭山地、逊河平原、小兴安岭山地、三江平原、完达山山地、兴凯湖平原, 形成了山地平原相间错落的地貌景观。

前第四系地层发育, 从元古宇至新生界均有分布, 其中以中生界地层分布最广。山地包括大、小兴安岭及完达山地区, 沿江基岩出露, 构成基岩岸。第四系地层的分布、发育程度差异很大, 平原区堆积厚度大, 达 20~30 m。黑龙江河谷第四系地层不甚发育, 大兴安岭北部地区黑龙江漫滩有分布, 厚小于 10 m。完达山

乌苏里江河谷第四系堆积相对发育, 厚度 10~40 m。新构造运动活跃, 以升降运动为主要运动形式。

2 塌岸现状

江岸分为岩岸、土岸两类。岩岸相对稳定, 土岸则塌岸严重。

2.1 土岸

土体江岸属河漫滩相新近堆积, 结构疏松、松散, 物理力学性质差, 在江水、暴雨、冻融、重力等外营力作用下, 易在上部土体中产生塌岸。下部土体不均匀系数大, 枯水期易发生地下水机械潜蚀作用而产生塌岸。极严重段 17 处, 累计长 57.3 km, 主要分布在黑龙江中游和乌苏里江中下游。塌岸岩性主要为上部黏性土, 下部砂类土及砾类土。岸区植被发育一般或较差, 塌岸速率大于 10 m/a。如绥滨县同仁北口子江岸段近 30 年塌岸 750 m, 年平均塌岸 24.2 m, 1999 年春一次塌岸 30 m。

严重段 35 处, 累计长 88.21 km, 主要分布在黑龙江中游和乌苏里江中下游。岸区主要岩性上部为黏性土, 下部为砂类土。植被发育一般或较差, 塌岸速率 6~10 m/a。如同江市三村江岸, 1984 年大洪水一次塌岸 30 m。原混凝土护岸已被冲毁, 现今以每年 9~10 m 的冲刷速率发展。岸段长度 13.5 km。

较严重段 14 处, 累计 325.60 km。主要分布在黑龙江上游、中游和乌苏里江中下游, 岸区岩性上部为黏性土, 下部为砂类土。植被发育一般或较差, 塌岸速率

1~5 m/a. 如黑龙江中游哈达沿北侧江岸,近 30 年塌岸近 120 m,现以每年 3~5 m 的塌岸速率发展.

较轻段 48 处,累计长 68.3 km,岸区岩性主要为黏性土,植被一般或较差,塌岸速率小于 1 m/a. 累计塌岸长度 539.4 km.

2.2 岩岸

岩体江岸的塌岸部位主要分布在凹岸的陡崖处,以重力崩落塌岸为主,次为滑坡塌岸. 不稳定段 2 处,长度 8 km(其中白头山 2 km,龙骨山 6 km). 次稳定段 26 处,累计长度 98.18 km(其中黑龙江 94.38 km,乌苏里江 3.8 km).

3 塌岸类型

江岸分为土体江岸和岩体江岸,根据塌岸形式的差异将土岸塌岸类型分为浅层剥蚀缓变片状塌岸、深层侧蚀缓变条状塌岸和深层侧蚀突变窝状塌岸;岩岸塌岸类型分为滑动、错落塌岸和崩落型塌岸.

3.1 土岸塌岸类型

3.1.1 浅层剥蚀缓变片状塌岸

该类型塌岸主要发生在岩土体较松软、岸坡较低缓的低漫滩. 水位升高后在江水不断冲蚀作用下,表层逐渐被剥蚀或表层发生土溜或滑动. 此外,洪水淹没浸泡,洪水回落时产生卸荷作用造成片状塌岸. 该类型塌岸较少,共 17 处,长 32.9 km(见图 1).

3.1.2 深层侧蚀缓变条状塌岸

该类型塌岸主要发生在较顺直、拉张裂隙发育的黏性土岸段,岸坡较高,坡度较陡或陡峭. 当拉张裂隙充水后,抗剪强度降低,土体在重力作用下沿斜坡发生蠕滑. 滑动速度与含水量有关. 当下滑力大于阻力时,产生瞬间塌岸. 江水水位变化,加速塌岸发展速度. 此类型为主要塌岸形式之一,计 73 处,长 105.87 km(见图 2).

3.1.3 深层侧蚀突变窝状塌岸

该类型塌岸主要表现在岸坡较陡、较高的凹岸段(见图 3). 一般可见两种形式. 一是在中高水位时,江水抵达坡脚的砂层处,在强烈的横向环流作用下,松散砂层被冲刷、淘空,上部的土体在重力作用下坍塌形成塌岸. 二是在同样的条件下,横向环流作用形成的深槽、冲坑横向发展,逼近岸边,使坡脚处产生卸荷作用,随之形成窄状塌岸. 该类型塌岸相对严重,为主要塌岸形式,计 121 处,长 281.82 km.

3.2 岩岸塌岸类型

3.2.1 滑动、错落型塌岸

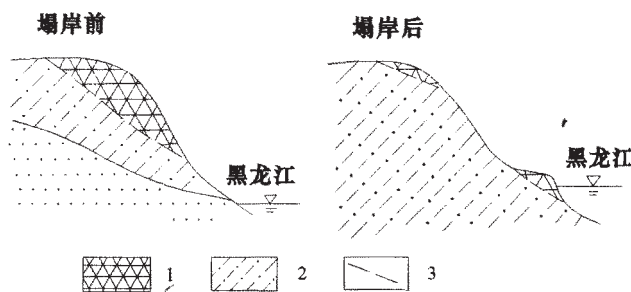


图 1 浅层剥蚀缓变片状塌岸示意图

Fig. 1 Sketch of shallow denuded gradual bank caving of sheet type

1—滑动体 (sliding body) 2—粉质黏土 (silty clay) 3—拟滑动面 (sliding plane)

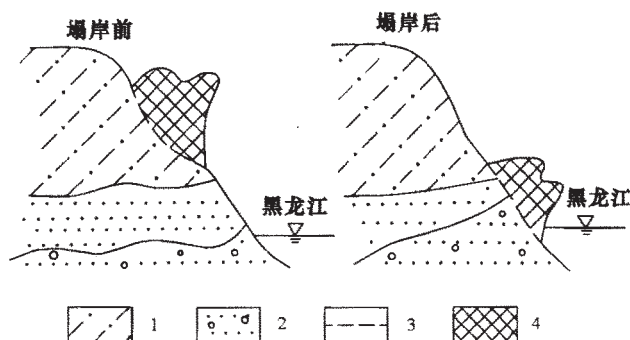


图 2 深层侧蚀缓变条状塌岸示意图

Fig. 2 Sketch of deep lateral eroded general bank caving of band type

1—粉质黏土 (silty clay); 2—砂砾石 (granule gravel); 3—拟滑动面 (sliding plane) 4—滑动体 (sliding body)

仅发育在嘉荫县乌云镇白头山岸段,该岸段为白垩系富饶组灰白色砂弱胶结状,受江水侧向侵蚀,前缘形成陡坎,易产生岸体滑坡、山体滑坡.

3.2.2 重力崩落型塌岸

基岩岸主要集中分布在上游段,在新构造运动作用下形成深切河曲、陡崖,裸露基岩体受强风化、冻胀、江水侵蚀等自然因素影响,岩体已有节理裂隙继续发展,在重力作用下产生崩落. 该类型塌岸计 26 处,长 98.50 km,主要集中在黑龙江上游江段,共计 23 处,长 92.7 km. 典型地段如大楞场冲蚀崖,长 5~6 km,属二十二站组砂岩,易风化产生崩塌.

4 塌岸的影响因素

4.1 自然因素

4.1.1 科氏力作用

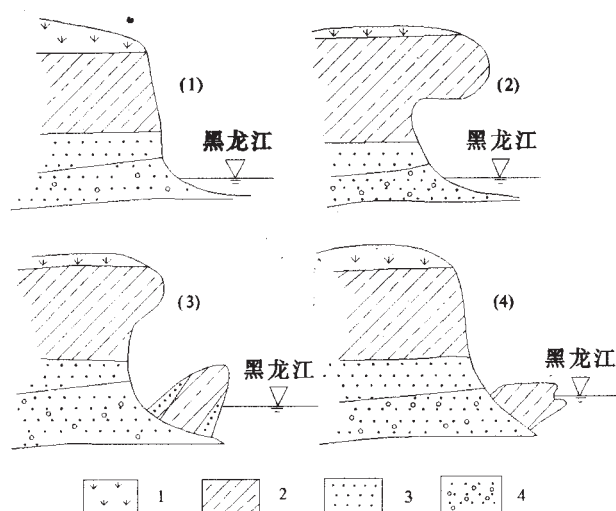


图3 深层侧蚀突变窝状塌岸示意图

Fig. 3 Sketch of deep lateral eroded abrupt bank caving of pit type
1—表土 (surface soil) 2—粉质黏土 (silty clay) 3—细砂 (fine sand) 4—砂砾石 (granule gravel)

在北半球科氏力总是指向河流的右岸,如黑龙江的呼玛县、黑河市江段、漠河县江段、孙吴沿江—嘉荫江段等。科氏力的长期作用,对河谷地貌的塑造有着深刻影响。

4.1.2 河流侵蚀作用

黑龙江、乌苏里江地处中纬度地区,河流水源雨水补给约占75%~80%,集中在7~8月份。此时江水位较高,流量大,流速快,是产生侵蚀塌岸的主要时期。每次洪水不仅造成沿岸人民生命财产的巨大损失,而且也造成江岸的大范围塌岸,河道变迁,国土流失。据90多年洪水资料统计,黑龙江上、中游洪峰流量相当于5年一遇的洪水就有14次。其次是4~5月份的融雪流冰期。

4.1.3 风浪侵蚀作用

风浪对土体江岸的侵蚀塌岸是迅速、明显的,对岩体江岸也有一定的侵蚀作用,尤其是节理发育和层状岩体的江岸。

4.1.4 暴雨侵蚀作用

暴雨一般发生较突然,来势凶猛,主要发生在7~8月份,持续时间2~3天。此时季节性冻土全部融解,土体江岸强度降低,易引发侵蚀塌岸。暴雨可形成迅速而强烈的坡地径流侵蚀。

4.1.5 冻融作用

黑龙江上、中游段地处中纬区,季节性冻土的冻结期上游为10月初至翌年4月下旬,全部融解在6月底至7月上旬。冻融作用可在土体江岸上部的粉砂、粉

土及粉质黏土中产生明显的冻融塌岸。在陡立的岩体江岸,冻融作用使其发生崩解塌岸。

4.1.6 重力作用

黑龙江上游段地处寒冷气候区,日温差及季温差较大,寒冻风化作用较强,重力崩落塌岸较发育;中游江段减弱。

4.1.7 植被的影响

黑龙江上游随海拔高度的降低,其森林覆盖程度逐渐下降,在河谷低洼处则多为常年积水和季节性积水的沼泽草甸,抵抗江水侵蚀能力极低。在江水的侵蚀作用下,土体江岸易产生塌岸。

4.1.8 雨水作用的影响

黑龙江上游土体江岸,雨水补径排条件好,循环交替强烈,发生机械潜蚀,而引起土体江岸的塌岸。

4.2 地质因素

4.2.1 新构造运动

黑龙江河谷区新构造运动比较强烈,具体表现在地形地貌、沉积物厚度变化及河床类型上。山区以间歇性上升为主,河流下蚀作用强烈,沉积侧蚀塌岸作用较弱。平原区以间歇性下降为主,河流沉积、侧蚀塌岸作用强烈。

4.2.2 江岸岩土体结构

黑龙江上游段,土体江岸均分布在凸岸江段,上部为粉砂、细砂、粉土、粉质黏土;下部为圆砾或砾砂,是主要含水层。岩体江岸的分布在凹岸江段。黑龙江中游段大部分以土体江岸为主。乌苏里江—松阿察河段均为土体江岸,极不稳定,易产生塌岸。

土体江岸垂向上,由上细下粗的二元结构组成。组成江岸的土体属河漫滩相新近堆积,结构疏松、松散,物理力学性质差,在江水暴雨、冻融、重力等外营力作用下,易在上部土体中产生塌岸。下部土体不均匀系数大,枯水期易发生地下水机械潜蚀作用而产生塌岸。

岩体江岸主要由白垩系、侏罗系沉积岩、火山岩、元古宇变质岩和不同时代的侵入岩组成。上游段岩体江岸以开库康西岩体凹岸陡崖为例,江岸由侏罗系上统开库康组组成。岩性为硅质胶结的中、巨砾岩夹长石砂岩及粉砂岩。砾岩和粉砂岩坚硬,长石砂岩相对软弱,形成差异风化。有2组节理发育,节理面平滑,不稳定,易产生崩落塌岸;另有一组不发育,稳定。中游段岩体江岸相对比较稳定。从分析结果看,岩体江岸陡崖处的岩石均为坚硬的,软化系数大于0.75,软化性弱,抗水、抗风化和抗冻性强。岩体江岸的塌岸部

位主要分布在凹岸的陡崖处,以重力崩落塌岸为主,次为滑坡塌岸。

4.3 人为因素

由于人类的乱砍滥伐,开荒种地,沿江植被严重破坏,致使塌岸速度加快,国土流失严重。黑龙江、乌苏里江河谷区,沿江岸带乱挖滥采砂石严重,近江岸带及靠近堤坝的地方乱挖滥采砂石,破坏了江岸岩土体的原始结构及应力状态,破坏了植被,降低了江岸的抗侵蚀能力,产生新的塌岸。

黑龙江可通航 300~3000 t 级船舶,乌苏里江可通航 500~1000 t 级船舶。船舶航行时可产生很强的航行波,对江岸产生冲刷掏蚀而产生塌岸。疏浚河道也可引起河势变化,造成江水侵蚀江岸加剧,产生塌岸。

5 塌岸的发展趋势

在新构造运动和科氏力、河流漫长恒定的综合作用下,黑龙江逐渐向右岸迁移。山区右侧江岸多形成高陡的岩体岸与土体岸相间分布的格局,河谷形态也呈“V”型谷和“U”型谷相间分布;平原区形成向右岸侵蚀的复合大凹岸,以侵蚀右岸为主,在三江平原萝北至街津口江段为最严重的塌岸江段。刚性岸体江岸的侵蚀塌岸速率远远小于土体江岸的侵蚀塌岸速率,可以

看作是相对稳定的。白垩系、第三系弱胶结的碎屑岩江岸稳定性差,随着江岸环境的不断破坏,塌岸将会不断发展扩大。

6 塌岸治理措施

(1) 加强护岸工程:护岸顶高、边高应按 20 年一遇江水位设计,根据不同地区研究护岸形式,如抛石、抛石插柳、干砌石、砼板护岸等。

(2) 加强天然植被保护:由于历史原因,天然林资源破坏严重,森林质量下降,林缘明显后退。对现有的疏林、灌木林、未成林要坚决采取封山育林措施,加以保护。对于重点生态公益林停止一切商业性采伐,采取相应的管理和保护性措施。

(3) 营造护岸林工程:现有护岸工程绝大部分没有采取生物防护措施,堤防护岸工程亟待营造护岸林与其配套,以提高工程的整体防护能力。

(4) 退耕还林还草,恢复沿岸森林植被,充分发挥防护林多功能作用,保护国土,增强抵御自然灾害的能力。

(5) 加强行政管理,加大执法力度,严禁乱挖滥采砂石,严禁乱开荒地,根据国家《地质遗迹保护规定》加强已建护岸工程的维修管理。

THE BANK CAVING ALONG HEILONGJIANG AND WUSHULIJIANG RIVERS: GEOLOGIC HAZARD AND COUNTERMEASURES

JIN Shong-pei¹, ZOU Shu-fang², SUN Wei^{3,4}

(1. Qiqihar Station, Monitoring Center for Geological Environment of Heilongjiang Province, Qiqihar 161005, China;

2. Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110033, China; 3. Institute of Water Resources and Environment,

China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 4. Monitoring Center for Geological Environment of Heilongjiang Province, Harbin 150090, China)

Abstract: Affected by geographic, geologic and morphologic factors, the banks of Heilongjiang and Wusulijiang Rivers have been suffering erosions from river water. Serious bank caving occurs along the rivers, and a large area of land was washed away. The reasons for the environmental hazards involve river and rainstorm erosions, freezing and melting, as well as human activities. This paper discusses the current situation, types, origins and developing trends of the bank caving, and then puts forwards countermeasures to prevent the geologic hazard by protecting natural vegetation, construction to conserve the banks and restoring grass and forests.

Key words: bank caving; geologic hazard; washing away of land; erosion; countermeasure

作者简介:金松培(1962—),男,朝鲜族,工程师,1984年毕业于长春地质学校,从事水文地质、工程地质、环境地质技术工作,通讯地址 黑龙江省齐齐哈尔市龙沙区永安街德被胡同 39 号 黑龙江地调总院齐齐哈尔分院,邮政编码 161005, E-mail//jinshongpei@163.com